

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Теплоенергетичний факультет

Кафедра автоматизації проектування енергетичних процесів і систем

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____ Олександр Коваль

«___» _____ 2020 р.

Дипломна робота

на здобуття ступеня бакалавра

**за освітньо-професійною програмою «Інформаційні технології
моніторингу довкілля»**

спеціальності 122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології»

**на тему: «Інформаційна система прогнозування захворюваності на
туберкульоз серед населення України»**

Виконав (-ла):

студент (-ка) IV курсу, групи ТМ-62

Шокало Дмитро Миколайович _____

Керівник:

Ст-викл.

Гурін Артем Леонідович _____

Рецензент:

Рогачов Валерій Андрійович _____

Засвідчую, що у цій дипломній роботі
немає запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань.

Студент (-ка) _____

Київ – 2020 року
Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

Факультет теплоенергетичний

Кафедра автоматизації проектування енергетичних процесів і систем

Рівень вищої освіти перший рівень

Напрямок підготовки 122 Комп'ютерні науки та інформаційні технології

Спеціалізація Інформаційні технології моніторингу довкілля

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олександр Коваль

(підпис)

” ” 2020р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу студенту

Шокало Дмитру Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Інформаційна система прогнозування захворюваності на туберкульоз серед населення України»

керівник роботи ст-викл. Гурін Артем Леонідович

(прізвище, ім'я, по батькові науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом вищого навчального закладу від ”25” травня 2020р. №
1168-с

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) проаналізувати існуючу проблему розповсюдження туберкульозу серед населення України, провести розрахунки регресійного аналізу та на основі цих даних побудувати прогноз на найближчі 7 років, розробити програмне забезпечення для інформаційної системи, розробити інтерфейс користувача

5. Перелік ілюстративного матеріалу

1. Задача створення програми з моніторингу розповсюджуваності туберкульозної інфекції серед населення 2. Аналіз існуючих додатків 3. Опис предметної області 4. Засоби реалізації програмної системи 5. Опис програмної реалізації 6. Робота користувача з системою

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання ” ” 20__ р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітки
1.	Затвердження теми роботи		
2.	Вивчення та аналіз задачі		
3.	Розробка архітектури та загальної структури системи		
4.	Розробка структур окремих підсистем		
5.	Програмна реалізація системи		
6.	Оформлення пояснювальної записки		
7.	Захист програмного продукту		
8.	Передзахист		
9.	Захист		

Студент

(підпис)

Шокало Д.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Гурін А. Л.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Метою роботи була розробка інформаційної системи прогнозування захворюваності на туберкульоз серед населення з інтерактивною картою України. Система дозволяє дослідити як протікає перебіг захворюваності серед населення на території України. Завдяки цьому, користувачі можуть провести аналіз ефективності програм боротьби з туберкульозом, що були затверджені урядом України. Адміністративна панель, дозволяє відкривати інтерактивну карту змін показників з п'яти основних факторів впливу за минулі роки та найближче майбутнє.

Записка містить 61 сторінки, 12 картинок та 11 посилань

ABSTRACT

The main goal of this study is to work out informational system that would be forecasting number of diseased of pulmonary among the Ukrainian population with an interactive map of Ukraine. This system gives chance to research course of disease amid whole territory of Ukraine. By virtue of this, users would be analyzing effectiveness of syllabus disease control approved by the Government of Ukraine. By the following administrative tab there would be an interactive map with indicator's changes for all previous years and nearest future with the five main influencing factors.

The note contains 61 pages, 12 images and 11 references

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 ЗАДАЧА РОЗРОБКИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ: ІНТЕРАКТИВНОЇ КАРТИ УКРАЇНИ ТА РОЗРАХУНКІВ РЕГРЕСІЇ.....	9
2 ХАРАКТЕРИСТИКА ТУБЕРКУЛЬОЗНОЇ ІНФЕКЦІЇ	10
2.1 Існуючі форми захворювання	11
2.2 Проблема резистентності туберкульозу	11
2.3 Діагностика туберкульозної інфекції	12
2.3.1 Загальноклінічні методи діагностики.....	12
2.3.2 Проба Манту	13
2.3.3 Швидкі тести.....	13
2.4 Моніторинг розповсюдження захворюваності засобами ВООЗ	14
3 СПОСОБИ ПРОТИДІЇ РОЗПОВСЮДЖЕННЮ ТУБЕРКУЛЬОЗНОЇ ІНФЕКЦІЇ	15
3.1 Існуючі форми захворювання	15
3.2 Проблема резистентності туберкульозу	16
3.3 Діагностика туберкульозної інфекції	20
3.4 Існуючі форми захворювання	21
3.5 Проблема резистентності туберкульозу	22
3.6 Діагностика туберкульозної інфекції	23
3.7 Існуючі форми захворювання	23
3.8 Проблема резистентності туберкульозу	25
4 ПОШУК ІСНУЮЧИХ ПРОГРАМНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ПРОГНОЗУ ЗАХВОРЮВАНOSTІ НА ТУБЕРКУЛЬОЗ	27
4.1 Мова програмування Java	28
5 ЗАСОБИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ	29
5.1 Опис інструментів розробки ядра програми.....	29
5.2 Опис інструментів для підготовки картографічного матеріалу.....	32
6 ОПИС ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ	35
6.1 Структура системи	35

6.2 Опис таблиць даних	36
6.3 Створення карти України засобами QGIS3 і ArcGIS	38
7 МЕТОДИКА РОБОТИ КОРИСТУВАЧА З СИСТЕМОЮ	40
7.1 Інсталяція та системні вимоги.....	40
7.2 Інструкція з використання програмного продукту	41
Висновки.....	44
Перелік використаних джерел.....	45
Додаток 1	47
Додаток 2	49
Додаток 3	54

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

МОЗ — Міністерство охорони здоров'я

ВООЗ — Всесвітня організація охорони здоров'я

СНІД — синдром набутого імунodefіциту

МБТ — мікобактерії туберкульозу

ВСТУП

За даними ВООЗ, туберкульоз являється одним з 10 передових чинників, що призводять до смерті в світі. Тому актуальним є розробка програми системи моніторингу та прогнозування поширення туберкульозу серед населення України. У зв'язку з цим я прийняв рішення, дослідити проблему захворюваності на туберкульоз серед населення України, та на основі цих даних побудувати далекоглядний прогноз.

Від 27 грудня 2017 року в Україні діє “Концепція Загальнодержавної цільової соціальної програми протидії захворюванню на туберкульоз на 2018—2021 роки”, яку підписав прем'єр-міністр України В.Б. Гройсман. Метою документа є стабілізація рівня захворюваності, зменшення рівня смертності та підвищення ефективності лікування хворих.

Ухвалення програми допоможе досягти цілей плану дій по боротьбі з туберкульозом для Європейського регіону ВООЗ на 2016—2020 роки, сприяючи тим самим досягненню мети глобальної стратегії “Покласти кінець туберкульозу” — зупинити епідемію туберкульозу. А саме до 2035 року: на 95% зменшити смертність від туберкульозу в порівнянні з 2015 роком, досягти рівня захворюваності менше 10 на 100 тисяч та з нульовим рівнем резистентності до ліків проти туберкульозу. До 2050: досягти нульового рівня смертності від туберкульозу та нульового рівня захворюваності [1].

Виконання програми також дасть змогу забезпечити: 100% доступ до безперервної діагностики туберкульозу шляхом закупівлі витратних матеріалів, 100% доступ до лікування всіх хворих на туберкульоз шляхом впровадження пацієнто-орієнтованого підходу, 100% доступ до консультування та тестування на ВІЛ/СНІД тощо.

1. РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ: ІНТЕРАКТИВНОЇ КАРТИ УКРАЇНИ ТА РОЗРАХУНКІВ РЕГРЕСІЇ

З темпами розвитку сучасного світу та технологій, а також росту кількості населення у всіх частинах планети Земля, важливо ефективно боротися з новими та уже існуючими інфекційними та бактеріальними захворюваннями, оскільки епідемії та пандемії наносять непоправної шкоди усьому населенню. Ще до початку всесвітньої пандемії інфекції COVID-19, спеціалістам у галузі медицини було відомо, що 21 століття принесе нам чимало складнощів у сфері охорони здоров'я.

Щоб комфортно аналізувати отримані дані, доволі актуально буде використання інструментів візуалізації. Прикладом таких даних є звіти по основним чинникам впливу на туберкульоз за регіонами України.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ТУБЕРКУЛЬОЗНОЇ ІНФЕКЦІЇ

Туберкульоз – серйозне інфекційне захворювання, небезпечне як для дорослих, так і для дітей та підлітків. Туберкульоз відомий ще з античності. Туберкульозні ураження були виявлені на кістках давньоєгипетської мумії з епохи бронзи. Величезні заслуги належать англійському досліднику Арманду Рафферу. Деякі ознаки споживання легенів були описані в єгипетських папірях, у роботах давньокитайських учених та у священних книгах індусів. Збудником туберкульозу є мікобактерії туберкульозу – їх називають паличками Коха, іменем відомого вченого, який відкрив їх у 1882 р. Їхньою характерною властивістю є висока стійкість до факторів навколишнього середовища. Бактерія витримує морози до -269 градусів Цельсія, залишається життєздатною в висушеній мокроті на одязі протягом 3-4 місяців, до року живе в молочних продуктах і зберігається в книгах до шести місяців. За рік один хворий на відкриту форму туберкульозу може заразити близько 10-15 людей.

Основним джерелом туберкульозної інфекції є людина, але також туберкульоз трапляється великої рогатої худоби. Мікобактерії туберкульозу можуть потрапляти в організм різними способами, але найчастіше це повітряно крапельний шлях. Захворюваність на туберкульоз починається із потрапляння в організм бактерій палички Коха в організм здорової, раніше незараженої людини. Переважно це відбувається в дитинстві або підлітковому віці, особливо якщо вони контактують з хворим на туберкульоз або в брудному і запиленому приміщенні.

У цих випадках заражена людина спочатку має позитивну реакцію на введення туберкуліну. Цей період може пройти непомітно і може не супроводжуватися будь-якими скаргами або проявлятися незначними симптомами у вигляді погіршення самопочуття та підвищення емоційної збудливості, зниження навчальної успішності. У деяких випадках ці симптоми супроводжуються незначним підвищенням температури тіла до 37,0 – 37,5 ° С. Рідко первинні туберкульозні інфекції можуть супроводжуватися більш важкими простудними симптомами.

Від туберкульозу щороку помирає майже півмільйона людей. Це захворювання – одна з 10 основних причин смертності в світі.

В Україні гостро стоїть проблема туберкульозу. МОЗ інформує, що ситуація, хоч і контролюється, проте є надзвичайно серйозною. За даними Центру громадського здоров'я України, у 2017 році було зафіксовано понад 27 000 захворювань на туберкульоз. Найвищі показники зустрічаються в Одеській області, а чоловіки заражаються вдвічі частіше, ніж жінки.

За офіційними даними, загальна кількість хворих на туберкульоз в Україні становить близько 550 тисяч. Це понад 1% населення, але, на думку експертів, фактична кількість може бути вдвічі більша. Особливо занепокоєння викликає той факт, що основні втрати внаслідок туберкульозу припадають на найбільш активні вікові групи: наприклад, у 2006 р. В Україні близько 90% людей, які померли від туберкульозу, були людьми у віці 25-65 років. Крім того, як показує статистичний аналіз, максимальна інтенсивність смертності від туберкульозу спостерігається серед чоловіків 45–49 років та жінок 35–39 років.

2.1 Форми захворювання

Розрізняється відкрита та закрита форма захворювання. Відкрита характерна якраз для легеневого туберкульозу, зазвичай її називають активним туберкульозом. Закрита форма характерна тим, що в природних виділеннях людини можна виявити бактерії палички Коха, тому епідеміологічно він є не небезпечним або малонебезпечний для оточуючих.

Для інфікування достатньо 10 бактерій, проте 90-95% людей не піддаються захворюванню, оскільки спрацьовує імунна система. Імунна система може не спрацювати за деяких обставин. Мікробактерії вміють уникати знищення і впливати на відповідь імунітету, також розвитку туберкульозу в чималому ступені сприяють ВІЛ-інфекція і нестача вітамінів А і D.

2.2 Проблема резистентності туберкульозу

Поява нової форми туберкульозу із розширеною резистентністю (РРТБ) поставила під загрозу можливість подолання епідемії туберкульозу в світі, адже за

останні 30 років лише фторхінолони поповнили арсенал протитуберкульозних препаратів [2].

Проблема розширеної медикаментозної стійкості МБТ є надзвичайно актуальною для України, оскільки кількість таких пацієнтів постійно збільшується з кожним роком.

2.3 Діагностика туберкульозної інфекції

Діагностувати активний туберкульоз вкрай складно лише на підставі ознак і симптомів, особливо у пацієнтів з пригніченим імунітетом. Туберкульоз може виникнути у пацієнтів із ознаками захворювання легенів або системними симптомами, які тривають більше двох тижнів.

Неймовірно складно діагностувати активний туберкульоз лише на основі ознак і симптомів, особливо у пацієнтів з пригніченим імунітетом. Пацієнти з ознаками хвороби легень або системними симптомами, що тривають довше двох тижнів, можуть мати туберкульоз.

2.3.1 Загальноклінічні методи діагностики

Пацієнт повинен надати один або кілька зразків діагностичного матеріалу для лабораторії, щоб мати змогу виконати тест. Туберкульоз найчастіше вражає легені, тому мокрота є основним матеріалом для діагностики цього захворювання. Ефективність тесту залежить від якості мокротиння, тому його збір слід проводити після інструктажу пацієнта в спеціальному приміщенні під наглядом медичного працівника. Якщо пацієнт не може самостійно зібрати мокроту, можуть бути призначені дратівливі інгаляції.

Мікобактерії туберкульозу можна виявити різними методами, які мають різну діагностичну чутливість та тривалість тесту.

Найшвидший, найпростіший і найдешевший метод виявлення найбільш заразних випадків туберкульозу протягом одного робочого дня – це мікроскопічне дослідження мазка мокротиння, забарвленого спеціальними барвниками.

2.3.2 Проба Манту

Понад 100 років тому з'явилася туберкулінова діагностика на основі туберкулінових тестів – скарифікаційних, аплікаційних, внутрішньошкірних, тощо. Винайшли пробу Манту, як тест що допоможе при виявленні інфікованості організму МБТ, а також для моніторингу специфічної реактивності організму у інфікованих, або вакцинованих осіб. Було розпочато регулярне та щорічне визначення цих показників для вибору контингентів на повторну вакцинацію БЦЖ та визначення груп ризику серед дітей по захворюваності на туберкульоз та для проведення профілактики.

Реакція на тест Манту має місце:

- негативний – при повній відсутності інфільтрації (ущільнення) або за наявності реакції ін'єкції (0 – 1 мм);
- сумнівний – з інфільтратом (папулою) розміром 2-4 мм або лише з гіперемією (почервонінням) будь-якого розміру без інфільтрації (ущільнення);
- позитивний – за наявності інфільтрату (папул) діаметром 5 мм і більше.

2.3.3 Швидкі тести

Швидкі тести на виявлення мікобактерій туберкульозу – це діагностичні набори (тест-системи), які ви можете використовувати для отримання результат за 15 хвилин без використання спеціального обладнання для імунохроматографічного аналізу. Матеріали для тестів включають зразки цільної крові, сироватки або плазми. Розроблені і тест-системи також використовуються для виявлення антитіл до мікобактерій туберкульозу в пробах слини та сечі.

Серологічні методи діагностики туберкульозу, до яких відносять і швидкі тести для визначення антитіл до мікобактерій туберкульозу, згідно стандартів діагностики та лікування туберкульозу в Україні, відносяться до додаткових методів обстеження на туберкульоз у підозрілих випадках (негативний мазок, позитивна культура; негативний мазок, негативна культура; підозра на позалегеневий туберкульоз)[3].

Швидкі тести на виявлення антитіл до туберкульозу є серологічні методи діагностики латентної туберкульозної інфекції та активний туберкульоз будь-якої локації.

2.4 Моніторинг розповсюдження захворюваності засобами ВООЗ

Загалом, смертність від ТБ за 2017 р. зменшилася: недуга забрала 1,6 млн життів (зокрема 0,3 млн ВІЛ-позитивних осіб). Проте мільйони людей продовжують хворіти на ТБ щороку — за розрахунками ВООЗ, 2017 р. це захворювання розвинулося у 10 млн осіб. Триває кризова ситуація в системі охорони громадського здоров'я, спричинена поширенням ТБ із множинною лікарською стійкістю: 2017 р. у 558 000 людей діагностовано захворювання зі стійкістю принаймні до рифампіцину — найбільш ефективного препарату першої ряду. Переважна більшість цих людей мала мультирезистентний туберкульоз, тобто комбіновану резистентність до рифампіцину та ізоніазиду (ще один ключовий препарат протитуберкульозного лікування).

Згідно за оцінкою ВООЗ, кількість хворих на активний туберкульоз в Україні зменшилась майже у два рази, починаючи з 2012 року (рис. 2.4) [4].

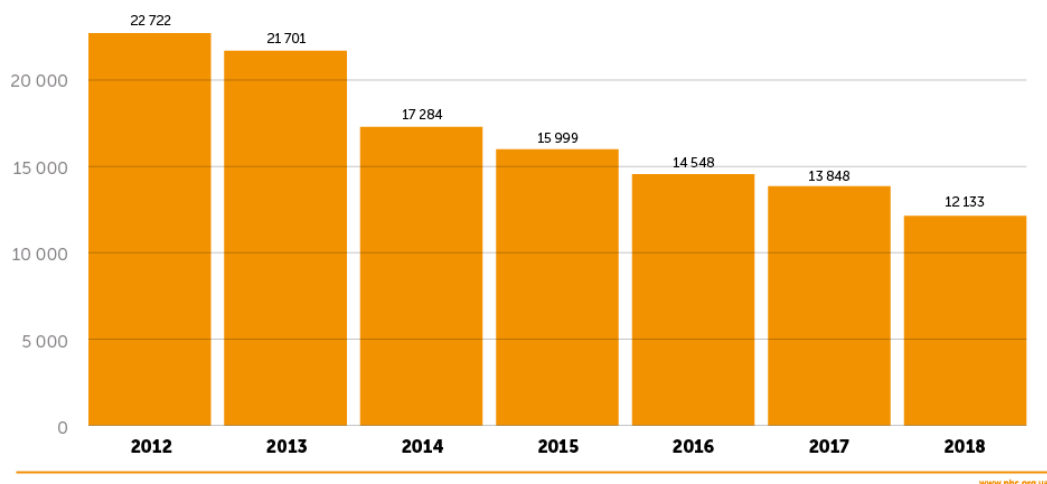


Рисунок 1.4 – Статистика захворюваності

3. ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

Для найбільш точного прогнозу перебігу захворюваності було прийняте рішення побудови регресійної моделі на основі часткових коефіцієнтів із проведеної кореляції з вибраними показниками.

3.1 Підбір факторів впливу

На мою думку, вибрані чинники мають самий вагомий вплив на основний фактор – захворюваність на туберкульоз:

- Захворюваність на активний туберкульоз (кількість осіб). Пацієнти з активною формою туберкульозу складають мізерну частину від усіх людей, що мають латентну туберкульозну інфекцію. За оцінками ВООЗ, близько 1,7 млрд людей, або 23% населення світу, мають латентну туберкульозну інфекцію. Безумовно, усіх їх не потрібно вважати хворими, проте цей фактор сприяє ризику виникнення повного перебігу захворювання.
- Кількість злочинів, зафіксованих МВС (кількість випадків). Цей чинник безпосередньо впливає на кількість винесених вироків, згідно з якими засуджені потрапляють в місця позбавлення волі. На превеликий жаль, саме там існує великий ризик інфікуватися туберкульозною інфекцією. Це зумовлено комфортним середовищем для розмноження бактерій палички Коха. Відповідно до Основ виправно-трудового законодавства Ради РСР та союзних республік, що набрали чинності з 1 листопада 1970 року, місцями позбавлення волі було визнано:
 - виправно-трудові колонії загального, посиленого, суворого, особливого режимів, колонії-поселення;
 - тюрми (загального і суворого режимів);
 - виховно-трудові колонії звичайного і посиленого режимів для неповнолітніх.

- Валовий регіональний продукт (млрд. гривень). Після розпаду СРСР в Україні відбувся перехід від планової економіки до вільної ринкової моделі. Тому валовий регіональний продукт набув значно більшого значення, оскільки якість послуг в сфері медицини стали на пряму залежати від матеріальної забезпеченості пацієнта.

- Кількість населення (тис. осіб). Епідеміологічна ситуація в суспільстві на пряму залежить від кількості населення.

- Кількість забруднюючих речовин, викинутих в атмосферу (тис. т). Забруднення атмосферних шарів грають вирішальну роль у екологічній ситуації в регіоні. Екологія, не є найважливішим фактором, проте її вплив не варто ігнорувати.

3.2 Збір даних

Головним джерелом інформації я вибрав Державну службу статистики України. Державна служба статистики України (Держстат) є спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади в галузі статистики, діяльність якого спрямовується та координується Кабінетом Міністрів України та який забезпечує формування і реалізує державну політику у сфері статистики.

Згідно із законодавством України, Держстат у своїй діяльності керується Конституцією та законами України, указами Президента України та постановами Верховної Ради України, прийнятими відповідно до Конституції та законів України, актами Кабінету Міністрів України, іншими актами законодавства. Основним завданням Держстату є забезпечення формування і реалізація державної політики у сфері статистики. та законами України, указами Президента України та постановами Верховної Ради України, прийнятими відповідно до Конституції та законів України, актами Кабінету Міністрів України, іншими актами законодавства. Основним завданням Держстату є забезпечення формування і реалізація державної політики у сфері статистики [5].

Згідно даних Держстату України були сформовані таблиці із вхідними параметрами (показниками), які характеризують розподіл захворюваність на

активний туберкульоз (АТ), кількість злочинів(КЗ), ВРП на одну особу(ВРП), кількість населення (КН), викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря (ЗР), за 2005-2019 роки.

Таблиця 3.2.1 Значення окремих показників еколого-економічного розвитку регіонів України за 2015 рік.

Область	Індикатори				
	АТ (осіб)	КЗ (тис. випадків)	ВРП (млн.грн)	КН (тис. осіб)	ЗР (тис.т)
Вінницька	758	17	60	1602	135
Волинська	653	11	32	1043	5
Дніпропетровська	2566	50	215	3255	724
Донецька	1086	35	115	4265	918
Житомирська	830	14	38	1248	9
Закарпатська	749	11	29	1259	4
Запорізька	1085	42	89	1754	194
Івано-Франківська	845	9	46	1382	224
Київська	1194	25	104	1732	78
Кіровоградська	747	18	38	973	14
Луганська	316	13	24	2205	115
Львівська	1509	33	95	2534	102
Миколаївська	803	19	48	1158	16
Одеська	2446	29	100	2390	26
Полтавська	789	24	96	1439	56
Рівненська	636	11	35	1162	10
Сумська	623	14	42	1113	18
Тернопільська	409	7	27	1066	9
Харківська	1182	41	125	2719	53
Херсонська	875	16	32	1062	9
Хмельницька	724	13	41	1294	18
Черкаська	716	16	51	1243	58
Чернівецька	364	9	19	910	3
Чернігівська	677	16	37	1045	34
м.Київ	1314	66	452	2907	27

Таблиця 3.2.1 – Значення показників еколого-економічного розвитку регіонів України за 2015 рік

Таблиця 2.3.2 Значення окремих показників еколого-економічного розвитку регіонів України за 2016 рік.

Область	Індикатори				
	АТ (осіб)	КЗ (тис. випадків)	ВРП (млн.грн)	КН (тис. осіб)	ЗР (тис.т)
Вінницька	769	17	74	1590	120
Волинська	620	12	36	1041	5
Дніпропетровська	2105	46	244	3230	833
Донецька	1172	30	138	4244	981
Житомирська	780	17	48	1241	9
Закарпатська	765	10	32	1259	5
Запорізька	1066	48	104	1740	167
Івано-Франківська	718	10	51	1380	197
Київська	1280	29	129	1735	98
Кіровоградська	648	19	46	966	12
Луганська	370	12	31	2195	156
Львівська	1557	37	115	2534	103
Миколаївська	777	16	58	1150	14
Одеська	2594	35	120	2387	26
Полтавська	799	23	116	1427	56
Рівненська	611	12	39	1163	9
Сумська	615	14	46	1105	20
Тернопільська	475	7	31	1059	9
Харківська	1163	51	155	2701	100
Херсонська	799	16	39	1056	10
Хмельницька	690	12	49	1285	22
Черкаська	654	19	59	1231	52
Чернівецька	273	8	21	908	3
Чернігівська	656	16	43	1033	37
м.Київ	1336	71	559	2926	34

Таблиця 1.3.2 – Значення показників еколого-економічного розвитку регіонів України за 2015 рік

Таблиця 2.3.3 Значення окремих показників еколого-економічного розвитку регіонів України за 2017 рік

Область	Індикатори				
	АТ (осіб)	КЗ (тис. випадків)	ВРП (млн.грн)	КН (тис. осіб)	ЗР (тис.т)
Вінницька	620	14	92	1576	156
Волинська	601	11	52	1039	5
Дніпропетровська	2081	44	314	3231	657
Донецька	1154	26	166	4201	785
Житомирська	766	15	61	1231	10
Закарпатська	743	11	43	1258	3
Запорізька	1022	32	130	1723	181
Івано-Франківська	705	8	64	1378	198
Київська	1159	26	157	1754	48
Кіровоградська	674	17	53	956	12
Луганська	340	11	30	2168	75
Львівська	1356	28	147	2530	109
Миколаївська	686	17	69	1141	14
Одеська	2561	33	150	2383	30
Полтавська	749	23	151	1414	56
Рівненська	506	11	49	1161	10
Сумська	603	12	57	1094	20
Тернопільська	394	8	41	1052	11
Харківська	1141	35	187	2694	45
Херсонська	770	17	48	1047	10
Хмельницька	612	12	64	1274	21
Черкаська	617	18	73	1220	48
Чернівецька	289	9	29	907	3
Чернігівська	602	15	57	1020	32
м.Київ	1244	71	699	2935	46

Таблиця 2.3.3 – Значення показників еколого-економічного розвитку регіонів України за 2015 рік

3.3 Аналіз мультиколінеаності на основі матриці коефіцієнтів кореляції

Коефіцієнт кореляції – показник, який використовують для вимірювання щільності зв'язку між результативними і факторними ознаками у кореляційно-регресійній моделі за лінійної залежності. За абсолютною величиною коефіцієнту кореляції коливається в межах від -1 до +1. Чим ближчий цей показник до 0, тим менший зв'язок, чим ближчий він до ± 1 – тим зв'язок тісніший. Знак «плюс» при коефіцієнті кореляції означає прямий зв'язок між ознаками x і y , знак «мінус» – обернений. [6]

Згідно даних таблиць чинників за 2005-2019 роки побудуємо матрицю кореляції засобами Excel (таблиця 3.3.1).

-		y	x1	x2	x3	x4
y		1	0.701	0.2591	0.8017	0.7631
x1		0.701	1	0.7508	0.837	0.6251
x2		0.2591	0.7508	1	0.5421	0.2408
x3		0.8017	0.837	0.5421	1	0.7759
x4		0.7631	0.6251	0.2408	0.7759	1

Таблиця 3.3.1 – Матриця кореляції

Проаналізувавши цю таблицю, варто виділити, що попередня таблиця показує аналіз значень коефіцієнтів кореляції впливу соціально-економічних факторів на рівень захворюваності на туберкульоз відповідно до шкали Чеддока (таблиця 3.3.2).

Діапазон	Зв'язок
1	функціональний
0.9 – 0.99	дуже високий
0.7 – 0.9	високий
0.3 – 0.5	помірний
0.1 – 0.3	незначний

Таблиця 3.3.2 – Аналіз значень коефіцієнтів кореляції

3.4 Модель регресії в стандартному масштабі

Модель регресії в стандартному масштабі передбачає, що всі значення досліджуваних ознак переводяться в стандарти (стандартизовані значення) за формулами:

Error!

де x_{ji} – значення змінної x_{ji} в i -тому спостереженні.

Error!

Таким чином, початок відліку кожної стандартизованої змінної поєднується з її середнім значенням, а в якості одиниці зміни приймається її середнє квадратичне відхилення S .

Якщо зв'язок між змінними в природному масштабі лінійна, то зміна початку відліку і одиниці вимірювання цієї властивості не порушать, так що і стандартизовані змінні будуть пов'язані лінійним співвідношенням:

$$t_y = \sum \beta_j t_{xj}$$

Для оцінки β -коефіцієнтів застосуємо МНК. При цьому система нормальних рівнянь буде мати вигляд:

$$r_{x1y} = \beta_1 + r_{x1x2} \cdot \beta_2 + \dots + r_{x1xm} \cdot \beta_m$$

$$r_{x2y} = r_{x2x1} \cdot \beta_1 + \beta_2 + \dots + r_{x2xm} \cdot \beta_m$$

...

$$r_{xmy} = r_{xmx1} \cdot \beta_1 + r_{xmx2} \cdot \beta_2 + \dots + \beta_m$$

Для наших даних (беремо з матриці парних коефіцієнтів кореляції):

$$0.701 = \beta_1 + 0.751\beta_2 + 0.837\beta_3 + 0.625\beta_4$$

$$0.259 = 0.751\beta_1 + \beta_2 + 0.542\beta_3 + 0.241\beta_4$$

$$0.802 = 0.837\beta_1 + 0.542\beta_2 + \beta_3 + 0.776\beta_4$$

$$0.763 = 0.625\beta_1 + 0.241\beta_2 + 0.776\beta_3 + \beta_4$$

Дану систему лінійних рівнянь вирішуємо методом Гауса:

$$\beta_1 = 0.538; \beta_2 = -0.425; \beta_3 = 0.431; \beta_4 = 0.195;$$

Стандартизована форма рівняння регресії має вигляд:

$$t_y = 0.538x_1 - 0.425x_2 + 0.431x_3 + 0.195x_4$$

3.5 Статистичний аналіз рівняння регресії

Перейдемо до статистичного аналізу отриманого рівняння регресії: перевірці значимості рівняння і його коефіцієнтів, дослідженню абсолютних і відносних помилок апроксимації.

Для незміщеної оцінки дисперсії виконаємо наступні обчислення:

Незміщена помилка $\varepsilon = Y - Y(x) = Y - X * s$ (абсолютна помилка апроксимації)

Середня похибка апроксимації:

Error!

Оцінка дисперсії рівна:

$$s_e^2 = (Y - Y(X))^T (Y - Y(X)) = 51817855.893$$

Незміщена оцінка дисперсії рівна:

Error!

Оцінка середньоквадратичного відхилення (стандартна похибка для оцінки Y):

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{134243.15} = 366.392$$

Дисперсії параметрів моделі визначаються співвідношенням $S^2_i = K_{ii}$, тобто це елементи, що лежать на головній діагоналі

$$S_{b0} = \sqrt{3039.574} = 55.132$$

$$S_{b1} = \sqrt{11.311} = 3.363$$

$$S_{b2} = \sqrt{0.145} = 0.381$$

$$S_{b3} = \sqrt{0.0024} = 0.049$$

$$S_{b4} = \sqrt{0.0117} = 0.108$$

3.6 Порівняльна оцінка впливу чинників на результативний признак

Порівняльна оцінка впливу аналізованих чинників на результативний ознака проводиться:

- середнім коефіцієнтом еластичності, що показує на скільки відсотків середньому по сукупності зміниться результат у від своєї середньої величини при зміні фактора x_i на 1% від свого середнього значення;

- β -коефіцієнти, що показують, що, якщо величина фактора зміниться на одне середньоквадратичне відхилення S_{xi} , то значення результативної ознаки зміниться в середньому на β свого середньоквадратичного відхилення;

- частку кожного фактора в загальній варіації результативної ознаки визначають коефіцієнти роздільної детермінації (окремої ухвали): $d_i^2 = r_{yxi}^2 \beta_i$.

$$d_1^2 = 0.7 * 0.538 = 0.377$$

$$d_2^2 = 0.26 * (-0.425) = -0.11$$

$$d_3^2 = 0.8 * 0.431 = 0.345$$

$$d_4^2 = 0.76 * 0.195 = 0.149$$

При цьому повинно виконуватися рівність:

$$\sum d_i^2 = R^2 = 0.761$$

Відповідно маємо що на кількість захворювань найбільше впливає кількість ув'язнених і кількість населення.

3.7 Перевірка значущості параметрів та загальної якості множинного рівняння регресії

Число $v = n - m - 1$ називається числом ступенів свободи. Вважається, що при оцінюванні множинної лінійної регресії для забезпечення статистичної надійності потрібно, щоб число спостережень, по крайній мірі, в 3 рази перевищувало число оцінюваних параметрів.

$$T_{\text{табл}}(n-m-1; \alpha/2) = (386; 0.025) = 1,9661$$

Error!

$$t_0 x = \frac{104.298}{55.132} = 1.892 < 1,9661$$

Статистична значимість коефіцієнта регресії b_0 не підтверджується.

$$t_1 = \frac{29.713}{3.363} = 8.835 > 1,9661$$

Статистична значимість коефіцієнта регресії b_1 підтверджується.

$$t_2 = \frac{-3.852}{0.381} = 10.113 > 1,9661$$

Статистична значимість коефіцієнта регресії b_2 підтверджується.

$$t_3 = \frac{0.374}{0.049} = 7.631 > 1,9661$$

Статистична значимість коефіцієнта регресії b_3 підтверджується.

$$t_4 = \frac{0.494}{0.108} = 4.554 > 1,9661$$

Статистична значимість коефіцієнта регресії b_4 підтверджується.

Перевірка загальної якості рівняння множинної регресії.

F-статистика. Критерій Фішера.

Error!= Error!

Перевіримо гіпотезу про загальну значущості – гіпотезу про одночасне рівність нулю всіх коефіцієнтів регресії при пояснюють змінних:

$$H_0: R^2 = 0; \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_m = 0.$$

$$H_1: R^2 \neq 0.$$

Перевірка цієї гіпотези здійснюється за допомогою F-статистики розподілу Фішера (правобічна перевірка). Якщо $F < F_{кр} = F_{\alpha; n-m-1}$, то немає підстав для відхилення гіпотези H_0 .

Error!

Табличне значення при ступенях свободи $k_1 = 4$ и $k_2 = n-m-1 = 391 - 4 - 1 = 386$, $F_{кр}(4;386) = 0$

Оскільки фактичне значення $F > F_{кр}$, то коефіцієнт детермінації статистично значимий і рівняння регресії статистично надійно (тобто коефіцієнти b_i спільно значимі)

3.8 Побудова прогнозу розповсюдження захворюваності

В результаті розрахунків було отримано рівняння множинної регресії:

$$Y = 104.2984 + 29.7128X_1 - 3.852X_2 + 0.3742X_3 + 0.4937X_4.$$

Можлива економічна інтерпретація параметрів моделі: збільшення X_1 на 1 одиницю вимірювання призводить до збільшення Y в середньому на 29.713 одиницю вимірювання; збільшення X_2 на 1 одиницю вимірювання призводить до зменшення Y в середньому на 3.852 одиницю вимірювання; збільшення X_3 на 1 одиницю вимірювання призводить до збільшення Y в середньому на 0.374 одиницю вимірювання; збільшення X_4 на 1 одиницю вимірювання призводить до збільшення Y в середньому на 0.494 одиницю вимірювання. Статистична значимість рівняння перевірена за допомогою коефіцієнта детермінації і критерію Фішера. Встановлено, що в досліджуваній ситуації 76.11% загальної варіабельності Y пояснюється зміною факторів X_j . Встановлено також, що параметри моделі статистично значущі.

Прогноз будемо будувати на підставі екстраполювати даних факторних змінних. Для кожного фактора засобами MS_Excel робимо прогноз на наступні 7 років за допомогою функції «ТЕНДЕНЦІЯ»

Отримані результати використовуємо в якості прогнозних даних і з на підставі розрахованого раніше рівняння регресії

$$Y = 104.2984 + 29.7128X_1 - 3.852X_2 + 0.3742X_3 + 0.4937X_4$$

Отримані показники по регіонах наведемо в таблиці знизу (Таблиця 3.8.1)

Регіон\Рік	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Вінницька	849	830	812	794	775	757	738	720
Волинська	617	610	604	598	591	585	578	572
Дніпропетровська	1781	1698	1615	1531	1448	1364	1281	1198
Донецька	2154	2018	1882	1747	1611	1475	1339	1203
Житомирська	778	775	771	767	764	760	757	753
Закарпатська	769	773	777	781	785	789	793	797
Запорізька	1430	1418	1405	1392	1379	1367	1354	1341
Івано-Франківська	706	694	681	669	657	644	632	620
Київська	963	952	942	931	920	909	899	888

Кіровоградська	815	821	827	833	840	846	852	858
Луганська	1089	1012	935	857	780	703	626	548
Львівська	1457	1454	1451	1449	1446	1443	1441	1438
Миколаївська	782	775	768	761	754	747	740	733
Одеська	1461	1454	1447	1441	1434	1428	1421	1415
Полтавська	758	734	710	686	662	638	614	590
Рівненська	702	702	702	702	702	702	702	702
Сумська	699	690	680	671	661	652	642	633
Тернопільська	553	546	538	531	524	517	509	502
Харківська	1630	1608	1585	1562	1539	1517	1494	1471
Херсонська	816	815	815	814	813	813	812	811
Хмельницька	696	684	671	658	646	633	620	607
Черкаська	821	820	818	817	816	815	813	812
Чернівецька	615	618	621	623	626	629	632	635
Чернігівська	730	729	727	725	724	722	720	718
м.Київ	745	678	612	545	478	411	344	277

Таблиця 3.8.1 – Прогноз кількості захворювань на активний туберкульоз

4. ПОШУК ІСНУЮЧИХ ПРОГРАМНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ПРОГНОЗУ ЗАХВОРЮВАНOSTІ НА ТУБЕРКУЛЬОЗОНЯЧНОЇ АКТИВНОСТІ

Враховуючи нестабільність економічного розвитку у країнах третього світу та країнах, що розвиваються, регресійний аналіз перебігу захворюваності у світових масштабах не має змісту. Проте в рамках економіки України це можливо та необхідно.

На даний момент, у вільному комерційному доступі відсутнє програмне забезпечення зі схожим функціоналом. Незважаючи на те, що проблема розповсюдження туберкульозної інфекції стоїть надзвичайно гостро у всьому світі, а в Україні епідемія туберкульозу зареєстрована з 1995 року та продовжується й дотепер.

Україна є однією з десяти країн з найвищими показниками захворюваності на туберкульоз у світі. Незважаючи на те, що країна має вагомий досвід впровадження кращих міжнародних підходів та послуг у боротьбі з епідемією туберкульозу, результати аналізу ситуації свідчать про наявність значних функціональних недоліків у системі надання протитуберкульозної медичної допомоги населенню.

Від 27 листопада 2019 р. № 1414-р розпорядженням Кабінету Міністрів України було схвалено державну стратегію розвитку системи протитуберкульозної медичної допомоги населенню. У розпорядженні приведена тенденція захворюваності з урахуванням динаміки зниження абсолютного числа смертей (у середньому 8,3 відсотка на рік) та захворюваності на туберкульоз (в середньому 3,9 відсотка на рік) за 2015-2018 роки, згідно з якою у 2020 році вдасться зменшити захворюваність на туберкульоз принаймні на 18,4 відсотка, а абсолютне число смертей від туберкульозу на 36,9 відсотка.

Метою Стратегії є створення до 2023 року нової моделі профілактики, раннього виявлення туберкульозу та надання медичної допомоги хворим на туберкульоз, що спрямована на задоволення потреб населення у медичних послугах та послугах громадського здоров'я [7].

4.1 Аналіз існуючих програмних засобів

В процесі пошуку інформації, та аналізу уже існуючих рішень проблеми, було виявлено, що на даний момент відсутні системи з аналогічним функціоналом. Доволі важко врахувати усі фактори при нестабільності економіки, тому можливість побудови точного прогнозу зводиться до мінімуму.

5. ЗАСОБИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ

Аналізуючи поставлену задачу та методи її реалізації, було вирішено втілювати рішення в якості десктоп-програми. Десктоп-програма буде зручною для користувачів з настільними комп'ютерами.

Під час розробки програми моніторингу поширення захворюваності на туберкульоз серед населення України можна виділити такі етапи:

- Підготовка картографічного матеріалу засобами ArcGis, QGIS3;
- Робота з даними, сформованими на основі статистичних публікацій державного міністерства статистики;
- Створення програмного інтерфейсу системи моніторингу;
- Розробка інтерактивної карти візуалізації перебігу розповсюдження факторів впливу.

5.1 Опис інструментів розробки ядра програми

У якості мови для розробки програмного продукту я вибрав Python 3.8, оскільки у цієї мови широкий діапазон можливостей та багато бібліотек для роботи з інфографікою, а саме з ітеративними картами (GeoPandas 0.7.0)

Головним критерієм у виборі мови програмування в якості інструмента реалізації інформаційної моделі моніторингу та прогнозування захворюваності на туберкульоз була максимальна оптимізація обчислювальних ресурсів та раціональне керування інтерактивними картами геоінформаційних систем.

Особливості та переваги використання мови програмування Python.

Python проста у використанні, та водночас повноцінна мова програмування, що надає набагато більше засобів для структурування і підтримки великих програм, ніж shell. З іншого боку, вона краще за C обробляє помилки, і, будучи мовою дуже високого рівня, має вбудовані типи даних високого рівня, такі як гнучкі масиви і словники, ефективна реалізація яких на C потребує значних витрат часу [8].

Завдяки більш загальним типам даних, Python застосовують до більш широкого кола задач, ніж Awk і навіть Perl, у той ж час багато речей на мові Python робляться настільки ж просто.

Python — інтерпретована мова, що дозволяє заощадити значну кількість часу, що зазвичай витрачається на компіляцію. Інтерпретатор можна використовувати інтерактивно, що дозволяє експериментувати з можливостями мови, писати шаблони програм або тестувати функції при розробці “знизу-вверх”. Він також зручний як настільний калькулятор. Python дозволяє писати дуже компактні й зручні

для читання програми [9]. Програми, написані мовою Python, звичайно значно коротші еквівалента на C або C++ з декількох причин:

- типи даних високого рівня дозволять Вам виразити складні операції однією інструкцією;

- групування інструкцій виконується за допомогою відступів замість фігурних дужок;

- немає необхідності в оголошенні змінних;

На рисунку 5.1.1 зображена структуризація даних в мові Python.

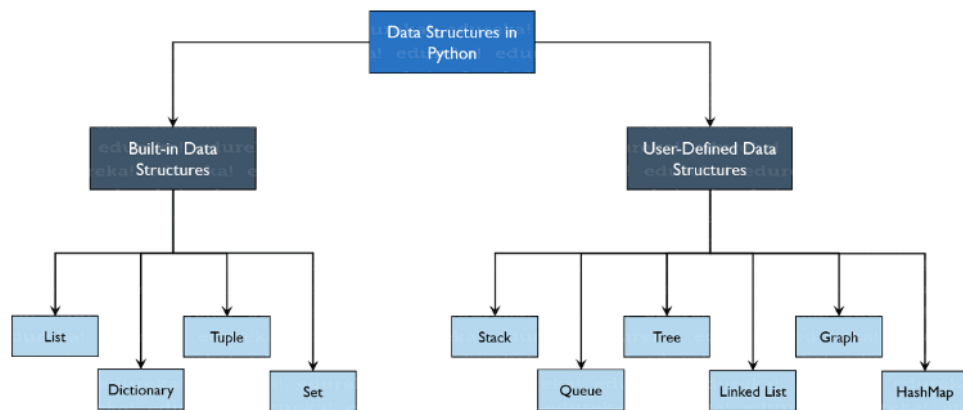


Рисунок 5.1.1 – структуризація даних в мові Python

Бібліотека GeoPandas 0.7.0 — це пакет з відкритим вихідним кодом, який допомагає користувачам працювати з геопросторовими даними. GeoPandas має ряд залежностей. На чому ми сконцентруємося, так це на стрункому пакеті, на якому GeoPandas покладається на виконання геометричних операцій. У нашому випадку форма кожного штату США буде закодована у вигляді багатокутника або мультіполігона через фігурний пакет. Потім використовується через GeoPandas для розуміння геопросторових даних [10].

Бібліотека Pandas — програмна бібліотека, написана для мови програмування Python для маніпулювання даними та їхнього аналізу. Вона, зокрема, пропонує структури даних та операції для маніпулювання чисельними таблицями та часовими

рядами. pandas є вільним програмним забезпеченням, що випускається за трипунктовою ліцензією BSD. Ця назва походить від терміну “панельні дані”, який в економетрії позначає багатовимірні структуровані набори даних.

Можливості бібліотеки:

- Об'єкт DataFrame із вбудованим індексуванням для маніпулювання даними.
- Інструменти для зчитування та записування даних між структурами даних у пам'яті та різними форматами файлів.
- Вирівнювання даних та вбудована підтримка пропущених даних.
- Переформатовування для отримання зведених наборів даних.
- Отримання зрізів за мітками, індексування з розширеними можливостями та отримання піднаборів з великих наборів даних.
- Вставлення та видалення стовпчиків у структурах даних.
- Рушій групування, що дозволяє робити з наборами даних операції розділення-зміни-об'єднання (англ. split-apply-combine).
- Злиття та з'єднання наборів даних.
- Ієрархічне індексування осей для роботи з даними високої вимірності в структурі даних нижчої вимірності.
- Функціональність для часових рядів: породження діапазонів дат та перетворення частоти, статистики рухливого вікна, лінійні регресії рухливого вікна, зсування дат та запізнювання.

Цю бібліотеку сильно оптимізовано за продуктивністю, критичні ланцюжки коду написано мовами Cython та C [11].

Пакет Matplotlib є гнучким, легко конфігурованим, який разом з NumPy, SciPy і IPython надає можливості, подібні до MATLAB. В даний час пакет працює з декількома графічними бібліотеками, включаючи wxWindows і PyGTK.

Пакет підтримує багато видів графіків і діаграм:

- Графіки (line plot)
- Діаграми розсіювання (scatter plot)
- Стовпчасті діаграми (bar chart) і гістограми (histogram)

- Секторні діаграми (pie chart)
- Діаграми “Стовбур-листя” (stem plot)
- Контурні графіки (contour plot)
- Поля градієнтів (quiver)
- Спектральні діаграми (spectrogram)

Користувач може вказати осі координат, сітку, додати підписи і пояснення, використовувати логарифмічну шкалу або полярні координати.

Нескладні тривимірні графіки можна будувати з допомогою набору інструментів (toolkit) mplot3d. Існують і інші набори інструментів: для картографії, для роботи з Excel, утиліти для GTK та інші. За допомогою Matplotlib можна створювати і анімовані зображення.

5.2 Опис інструментів для підготовки картографічного матеріалу

ArcGIS — лінійка ГІС-продуктів від американської компанії ESRI (Environmental Systems Research Institute — Інститут Дослідження Систем Навколишнього Середовища), що призначені для роботи на настільних комп'ютерах самостійно або в якості робочих місць в корпоративних мережах, створених на основі ArcGIS Server. Лінійку програмних продуктів ArcGIS Desktop складають системи: ArcView, ArcEditor, ArcInfo.

- **ArcGIS ArcView** — базовий продукт сімейства ArcGIS, повнофункціональна ГІС з набором потужних інструментів для створення, управління, аналізу та візуалізації просторових даних.
- **ArcGIS ArcEditor** — поєднує функціональність ArcView з можливостями створення та моделювання баз геоданих (БГД). Унікальний механізм забезпечує підтримку цілісності і багатокористувацького редагування БГД, управління версіями, побудову топології та геометричних мереж.

- **ArcGIS ArcInfo** — розширює функціональність вищеперелічених продуктів (ArcView, ArcEditor) набором потужних інструментів для просторового аналізу і геообробки даних.

Настільні продукти ESRI сімейства ArcGIS (ArcView, ArcEditor, ArcInfo), базові програми ArcMap (рішення картографічних задач), ArcCatalog (доступ і керування просторовими даними в локальній мережі або через інтернет) і ArcToolbox (геообробка просторових даних) об'єднує загальна архітектура і інтерфейс, але вони розрізняються по функціональності, кількості інструментів геообробки і просторового аналізу [13].

QGIS — вільна крос-платформена геоінформаційна система (ГІС). QGIS є однією з найбільш функціональних і зручних настільних геоінформаційних систем та динамічно розвиваються.

Основним призначенням системи є обробка і аналіз просторових даних, підготовка різної картографічної продукції. Інтерфейс QGIS побудований на базі бібліотеки Qt. Пакет має гнучку систему розширень, які можна створювати на мовах C++ і Python. Підтримуються різноманітні векторні і растрові формати з ESRI Shapefile і GeoTIFF включно.

GIS QGIS дозволяє користувачам створювати карти з безліччю шарів, використовуючи різні картографічні проекції. Карти можуть бути зібрані в різні формати і використовуватися з різною метою. У системі QGIS карти можуть складатися з растрових або векторних шарів. Типовими для такого роду програмного забезпечення, векторні дані зберігаються як точка, лінія, полігон. Підтримуються різні види растрових зображень. Програмне забезпечення може виконувати геоприв'язку зображень.

6. ОПИС ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ

Додаток буде складатись з вікна, де користувачеві буде доступний графік, що відображає розвиток захворюваності на туберкульоз у минулому, теперішньому та найближчому майбутньому. Користувач може вибрати показники та рік у якому вони були визначені, відкрити інтерактивну карту, що візуально транслює ситуацію в регіонах України. Усі елементи будуть знаходитись нижче графіка перебігу захворювання. Така форма зробить інтерфейс максимально комфортним та простим.

6.1 Структура системи

Додаток для моніторингу та прогнозу захворюваності на туберкульозну інфекцію має лише одного актора — користувач, який зайшов у систему.

На рисунку 6.1.1 представлена діаграма прецедентів, яка описує функції та дії актора у системі.

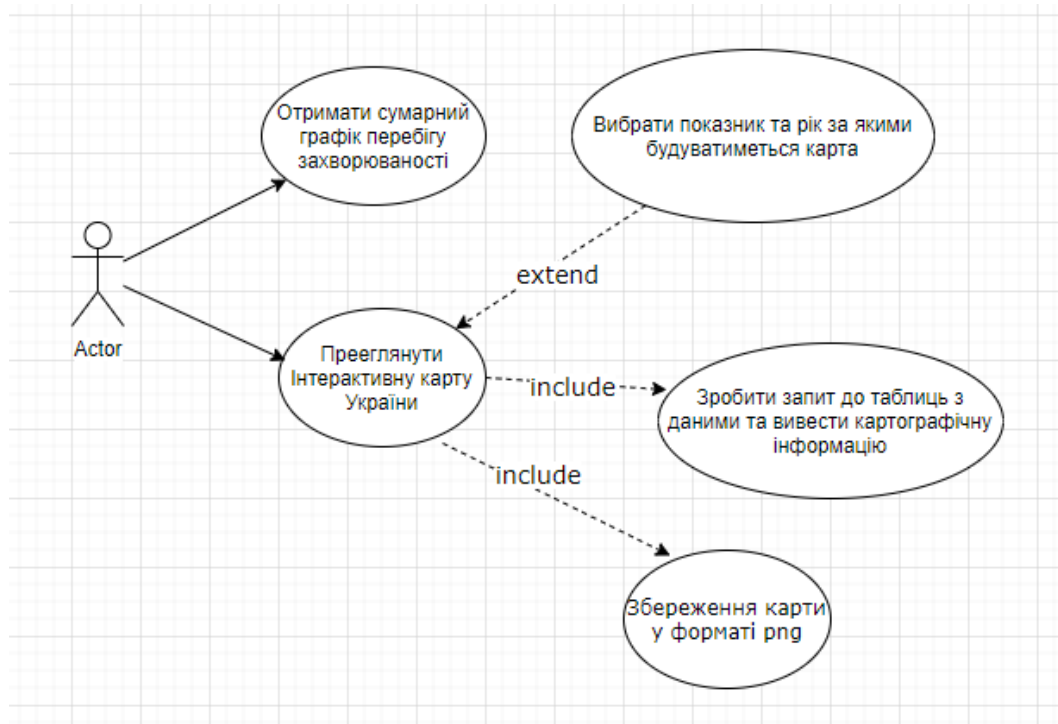


Рисунок 6.1.1- діаграма прецедентів

Основні елементи архітектури (рисунок 6.1.2) проекту:

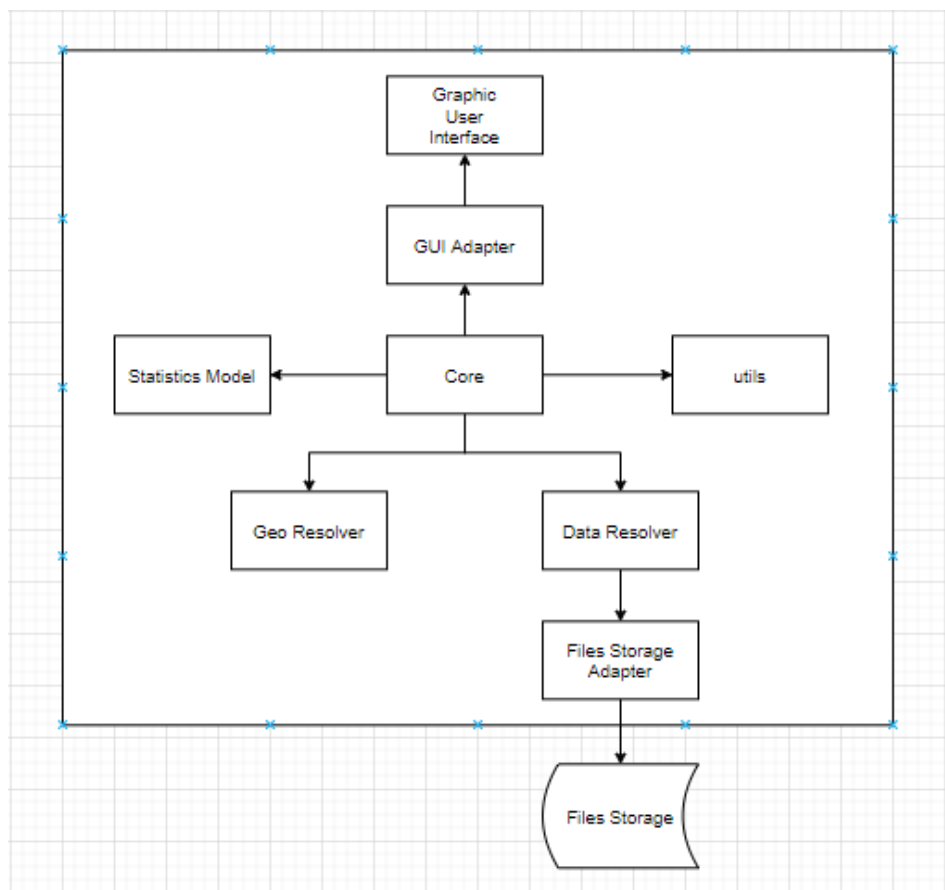


Рисунок 6.1.2– Архітектура програмного забезпечення

6.2 Опис таблиць даних

Згідно даних Держкомстату України сформована таблиця 4.1 із вхідними параметрами (показниками), які характеризують розподіл захворюваність на активний туберкульоз (АТ), кількість населення (КН), викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря (ЗР), кількість злочинів(КЗ) та ВРП на одну особу(ВРП).

Значення окремих показників еколого-економічного розвитку регіонів України за 2014 рік (таблиця 6.2.1). Жовтим кольором виділений основний показник – захворюваність на активний туберкульоз.

Обл.	Індикатори				
	АТ (осіб)	КЗ (тис. випадків)	ВРП (млн.грн)	КН (тис. осіб)	ЗР (тис.т)

Вінницька	809	15	44	1611	125
Волинська	713	8	24	1025	4
Дніпропетровська	2600	48	177	3277	856
Донецька	2499	56	120	4297	1043
Житомирська	853	10	30	1256	11
Закарпатська	731	11	24	1260	4
Запорізька	1144	34	66	1766	207
Івано-Франківська	882	8	38	1383	229
Київська	1133	18	80	1729	96
Кіровоградська	774	17	29	981	12
Луганська	248	30	31	2220	198
Львівська	1659	22	73	2538	100
Миколаївська	838	15	35	1164	16
Одеська	2342	26	75	2396	23
Полтавська	796	18	70	1449	63
Рівненська	646	11	29	1161	12
Сумська	612	15	30	1123	27
Тернопільська	500	6	22	1070	8
Харківська	1140	32	97	2731	151
Херсонська	904	15	23	1068	7
Хмельницька	748	10	32	1301	17
Черкаська	719	12	38	1252	67
Чернівецька	366	8	15	910	3
Чернігівська	663	10	28	1056	42
м.Київ	1224	56	357	2888	31

Таблиця 6.2.1 — Значення окремих показників еколого-економічного розвитку регіонів України за 2014 рік

Таким чином були заповнені таблиці за такими роками: 2005-2019 роки. Також на основі цих даних буде створена надбудова на найближчі 8 років (до 2027 року).

6.3 Створення карти України засобами QGIS3 і ArcGIS

Для оптимальної роботи системи необхідно забезпечити раціональне структурування робочих компонентів програмного продукту. Для створення будь-якої інтерактивної програми моніторингу необхідно забезпечити компетентну картографічну ілюстрацію зазначеного регіону.

Регіональні карти України я запозичив у викладачів геоінформаційних систем кафедри АПЕПС. Після цього їх довелося відредагувати за допомогою методів засобів ArcGIS, QGIS3. Необхідно було поєднати карти регіонів (24 області України та АР Крим) та об'єкти двох міст, які вважаються окремими адміністративно-територіальними одиницями в Україні (Київ та Севастополь).

Карти областей (рисунок 6.3.1) та міст (рисунок 6.3.1) України на вході.

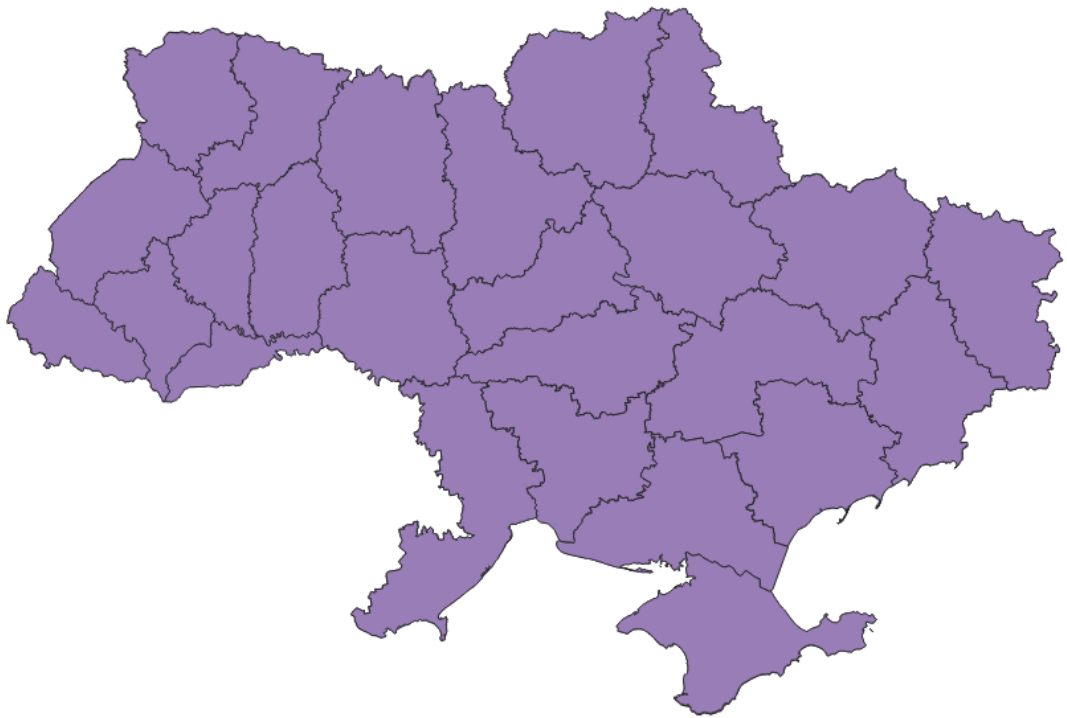


Рисунок 6.3.1 – Карта областей України



Рисунок 6.3.2 — Карта міст України

На карті міст України необхідно залишити тільки два міста – Київ та Севастополь, а згодом – об'єднати дві карти (рисунок 6.3.3).

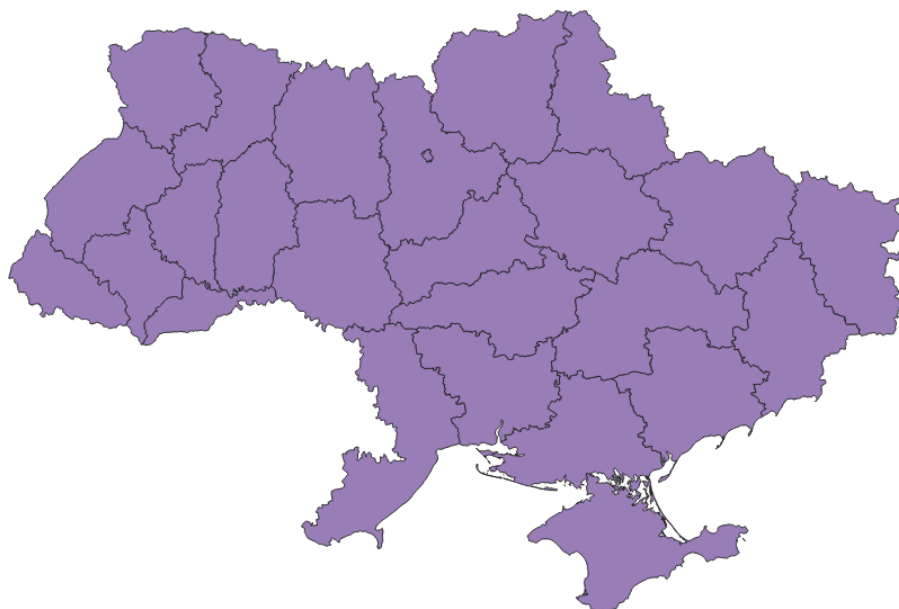


Рисунок 6.3.3 – Фінальна карта України

Щоб об'єкти одного рівня не зливалися між собою, необхідно ввімкнути перетин або симетричну різницю полігонів.

7. МЕТОДИКА РОБОТИ КОРИСТУВАЧА З СИСТЕМОЮ

Розроблена програмний комплекс розроблений з використанням веб-технологій і тому працює в браузерях, які підтримують актуальні веб-стандарти.

7.1 Інсталяція та системні вимоги

Для роботи з програмним засобом для відображення інтерактивної карти необхідно:

- Середовище PyCharm IDE / Jupyter Notebook / Spyder / VS code;
- Додатково встановлені бібліотеки: Geopandas, Pandas, Matplotlib, PIL, Tkinter, Numpy;

У придачу з ПО також необхідно завантажити карту в форматі shp, а також таблиці з даними.

7.2 Інструкція з використання програмного продукту

При запуску програми відкривається головне вікно програми. За допомогою опцій можна вибрати показник який цікавить користувача та рік, у якому були зібрані дані. На рисунку 7.1 зображено головне вікно програми.

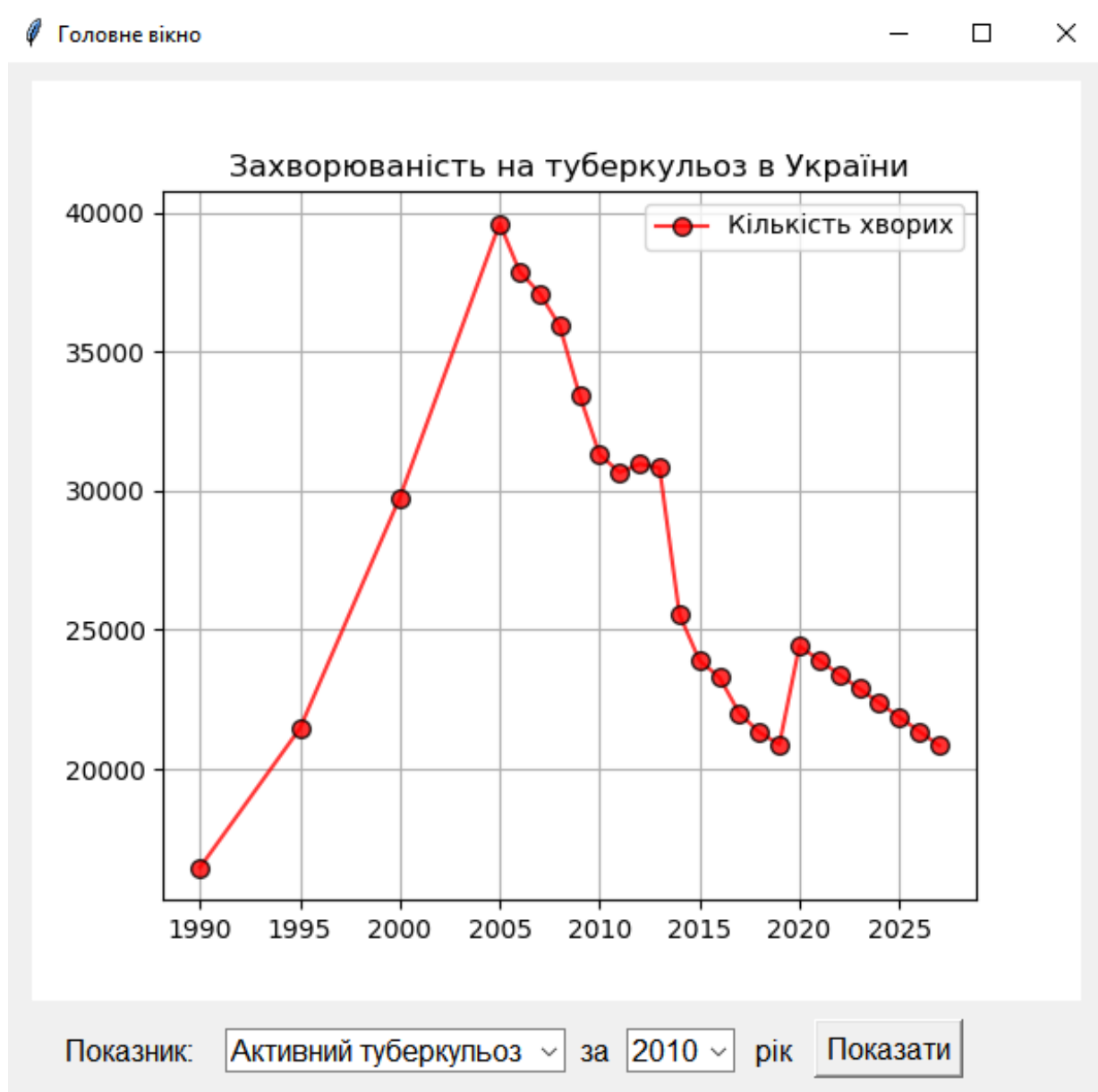


Рисунок 7.2.1 – Графік розповсюдження захворюваності на туберкульоз у минулому та найближчому майбутньому

Також користувач має вибрати показник який його цікавить (рис.) та рік (рис.), у якому були зібрані дані. Щоб створити нове вікно з інтерактивною картою, необхідно натиснути кнопку “Показати”.

Показник: Кількість злочинів за 2010 рік Показати

- Активний туберкульоз
- Кількість злочинів**
- Валовий регіональний продукт
- Кількість населення
- Викид забруднюючих речовин

Рисунок 7.2.2 – Робоча панель користувача

Показник: Кількість злочинів за 2023 рік Показати

- 2018
- 2019
- 2020
- 2021
- 2022
- 2023**
- 2024
- 2025
- 2026
- 2027

Рисунок 7.2.3 – Робоча панель користувача

Такий вигляд має інтерактивна карта України за регіонами (рис. 7.2.4).

Захворюваність на активний туберкульоз станом на 2012 рік (кількість випадків / 100 тис. осіб)

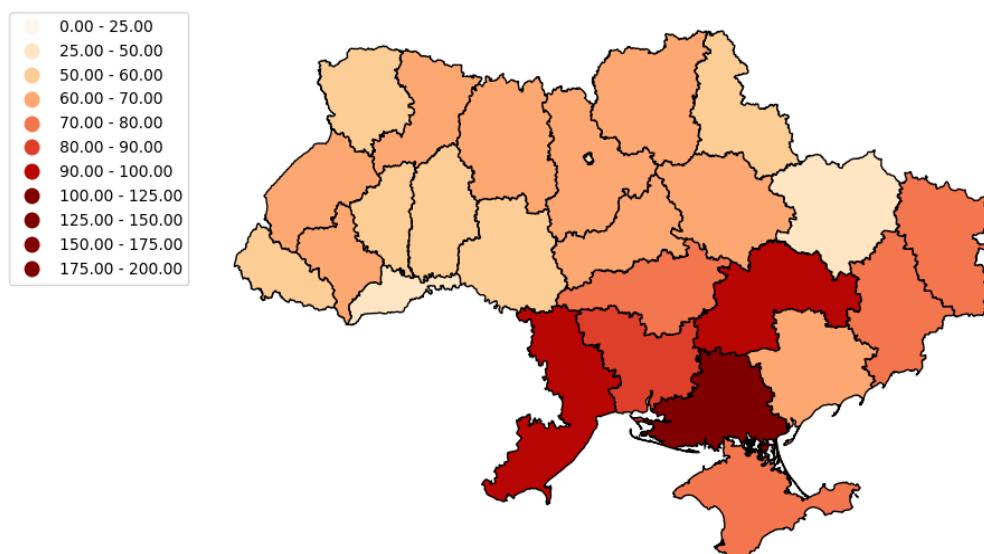


Рисунок 7.2.4 – Прогноз захворюваності на активний туберкульоз в 2012 році

Прогноз захворюваності на активний туберкульоз в 2027 році (рис. 7.2.5).

Захворюваність на активний туберкульоз станом на 2026 рік (кількість випадків / 100 тис. осіб)

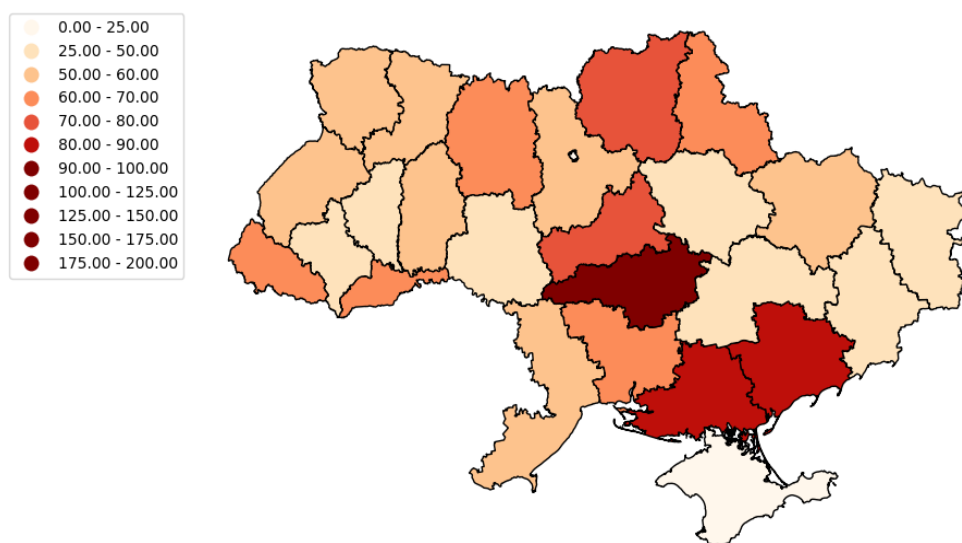


Рисунок 7.2.4 – Прогноз захворюваності на активний туберкульоз в 2012 році

*** У зв'язку з тимчасовою окупацією АР Крим, збір статистичних даних в цьому регіоні неможливий починаючи з 2014 року.

ВИСНОВКИ

В результаті проведеної роботи було створено програму яка дозволяє відстежувати розповсюдження захворюваності на активний туберкульоз серед населення України та робити прогнози на найближчі 7 років. На основі аналізу минулих років можна спроектувати розвиток галузі у подальшому. На мою думку, інтерактивна карта з інформацією – найкращий спосіб продемонструвати рівень загрози тої чи іншої проблеми. А найкращий спосіб заглянути в майбутнє – дослідити минуле.

Інформаційна система наглядно демонструє стан перебігу захворюваності та екологічно-економічну ситуацію в регіонах.

Створена система є гнучкою для розширення функціоналу і може стати фундаментом для проведення більш точних наукових досліджень

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. КАБІНЕТ МІНІСТРІВ УКРАЇНИ – Розпорядження від 27 грудня 2017 р. № 1011-р – Київ – Про схвалення Концепції Загальнодержавної цільової соціальної програми протидії захворюванню на туберкульоз на 2018-2021 роки — Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-shvalennya-konceptsiyi-zagalnoderzhavnoyi-cilovoyi-socialnoyi-programi-protidiyi-zahvoryuvannyu-na-tuberkuloz-na-20182021-roki>.
2. Протитуберкульозна активність на тлі лікарської стійкості збудника в експерименті як основа перспективи використання препарату тіозонід – Дж. А. Канімеро — 2010 рік — ст. 621–628
3. Академія медичних наук України міністерство охорони здоров'я моз України інститут фтизіатрії і пульмонології ім. Ф.Г. Яновського — Застосування швидких тестів для визначення антитіл до мікобактерій туберкульозу — 2005 — Режим доступу: http://www.ifp.kiev.ua/ftp1/metoddoc/mr_2_2005.pdf
4. Центр Громадського Здоров'я, Державна установа “Центр громадського здоров'я Міністерства охорони здоров'я України” – 2020 рік — Режим доступу: <https://phc.org.ua/kontrol-zakhvoryuvan/tuberkuloz/likuvannya>
5. Державна Служба Статистики України — Статистичний Щорічник 1990 – 2019 роки
6. Економічна енциклопедія: У трьох томах. – С. В. Мочерний та ін., Видавничий центр “Академія” – 2000 рік – 864 ст.
7. Державна стратегія розвитку системи протитуберкульозної медичної допомоги населенню – розпорядженням Кабінету Міністрів України від 27 листопада 2019 р. № 1414-р – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1414-2019-%D1%80#n8>
8. Python документація — Режим доступу: <http://www.python.org>
9. Особливості та переваги використання мови програмування Python — 2020 рік – Режим доступу: <http://www.plug.org.ua/documentation/about-python>
10. Pandas документація — Режим доступу: <https://pandas.pydata.org/docs>

11. Продукти ArcGIS Desktop — 2018 рік – Режим доступу:
<http://www.geoguide.com.ua>

ДОДАТОК 1

Програмні засоби інтелектуально-статистичної обробки гідроакустичних
сигналів

Специфікація

УКР.НТУУ”КПІ ім. Ігоря Сікорського”_ТЕФ_АПЕПС_ТМ62213_20Б

Аркушів 2

Київ – 2020

Позначення	Найменування	Примітки
Документація		
УКР.НТУУ«КПІ ім. Ігоря Сікорського»_ТЕФ_АПЕПС_ТМ 62213_20Б	Записка.docx	Пояснювальна записка
Компоненти		
УКР.НТУУ«КПІ ім. Ігоря Сікорського»_ТЕФ_АПЕПС_ТМ 62213_20Б 12-1	Main.py	Модулі головного компоненту
УКР.НТУУ”КПІ ім. Ігоря Сікорського”_ТЕФ_АПЕПС_ТМ 62213_20 13-1	Опис.docx	Опис програми

ДОДАТОК 2

Інформаційна система прогнозування захворюваності на туберкульоз серед
населення України

Текст програми

УКР.НТУУ”КПІ ім. Ігоря Сікорського”_ТЕФ_АПЕПС_ТМ62213_20Б 12-1

Аркушів 5

Київ – 2020

```

from tkinter import *
from tkinter.ttk import Combobox
from matplotlib import pyplot as plt, patches
from mapclassify import *
from matplotlib.backends.backend_tkagg import FigureCanvasTkAgg
import pandas as pd
import geopandas as gpd
import numpy as np
import PIL
import io
np.warnings.filterwarnings('ignore')

class main_window():
    def __init__(self, master):
        self.master = master
        master.title("Головне вікно")
        self.master.geometry('600x565')

        data = pd.read_csv('data/Summary.csv')
        self.data_frame = pd.DataFrame(data, columns=['Year', 'Summary'])

        self.data_years = ('2005', '2006', '2007', '2008', '2009', '2010', '2011',
'2012', '2013', '2014', '2015',
                        '2016', '2017', '2018', '2019', '2020', '2021', '2022',
'2023', '2024', '2025', '2026', '2027')
        self.data_indexes = ["Активний туберкульоз", "Кількість злочинів", "Валовий
регіональний продукт",
                        "Кількість населення", "Викид забруднюючих речовин"]
        self.data_indexes_dict = {"Активний туберкульоз" : "data/AT.csv",
                        "Кількість злочинів" : "data/KЗ.csv",
                        "Валовий регіональний продукт" : "data/ВРП.csv",
                        "Кількість населення" : "data/КН.csv",
                        "Викид забруднюючих речовин" : "data/ЗР.csv"}
        self.label = {"Активний туберкульоз" : "Захворюваність на активний
туберкульоз#(кількість випадків / 100 тис. осіб)#25, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 125,

```

```

150, 175, 200",
        "Кількість злочинів" : "Кількість виявлених злочинів в
Україні#(кількість випадків / 100 тис. осіб)#100, 250, 500, 750, 1000, 1250, 1500,
1750, 2000, 2250, 2500, 2750, 3000, 3500",
        "Валовий регіональний продукт" : "Валовий регіональний продукт
в Україні#(млрд.грн)#25, 50, 75, 100, 250, 500, 750, 1000",
        "Кількість населення" : "Кількість населення України#(сотні
тис. осіб)#500, 750, 1000, 1250, 1500, 1750, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000",
        "Викид забруднюючих речовин" : "Кількість забруднюючих речовин
викинутих в атмосферу#(тис.т)#10, 25, 50, 100, 150, 200, 300, 500, 750, 1000, 1500,
2000"}

self.Widgets()

def Widgets(self):
    self.figure = plt.Figure()
    self.figure.set_figwidth(3)
    self.figure.set_figheight(2)
    self.ax = self.figure.add_subplot()
    self.ax.xaxis.grid()
    self.ax.yaxis.grid()
    self.ax.plot(self.data_frame['Year'], self.data_frame['Summary'], 'or-',
label='GMC', alpha=0.8, ms=7, mec='black')

    self.scatter = FigureCanvasTkAgg(self.figure, root)
    self.scatter.get_tk_widget().pack(side=TOP, ipadx=150, ipady=150, padx=15,
pady=10)
    self.ax.legend(['Кількість хворих'])
    self.ax.set_title('Захворюваність на туберкульоз в Україні')

    index_label = Label(root, text="Показник:", font = 12)
    index_label.place(x=30, y=525)

    self.index = Combobox(root, values=self.data_indexes, width=18, font = 12)
    self.index.set(self.data_indexes[0])
    self.index.place(x=120, y=525)

    year_label = Label(root, text="за", font = 12)

```

```

year_label.place(x=310, y=525)

self.year = Combobox(root, values=self.data_years, width=4, font = 12)
self.year.set(self.data_years[5])
self.year.place(x=338, y=525)

year_label = Label(root, text="рік", font=12)
year_label.place(x=405, y=525)

button = Button(root, text="Показати", command=self.interactive_map, font =
12)
button.place(x=440, y=520)

def interactive_map(self):
    file_name = self.data_indexes_dict[self.index.get()]
    year = self.year.get()
    New_Window = map(year, file_name, self.label[self.index.get()])

class map():
    def __init__(self, year, file_name, label):
        self.dates = year
        self.file_name = file_name
        self.label = label
        self.data_at = pd.read_csv(self.file_name)
        self.data_at = self.data_at.groupby('Region').sum()
        Ukraine_map = gpd.read_file(r'maps/Map_Of_Ukraine.shx')

        self.merge = Ukraine_map.join(self.data_at, on='Region')
        self.window()

    def formatting(self, string):
        list = string.split('#')
        bins = list[2].split(", ")
        bins = [int(x) for x in bins]
        return [list[0], list[1], bins]

    def window(self):
        string, measure, bins = self.formatting(self.label)

```

```

image_frames = []
f = 0
self.ax = self.merge.plot(column=self.dates,
                           cmap='OrRd',
                           figsize=(40, 30),
                           legend=True,
                           scheme='user_defined',
                           classification_kwds={
                               'bins': bins},
                           edgecolor='black',
                           linewidth=1)

    self.ax.set_title('{x} станом на '.format(x=string) + self.dates + ' pik ' +
'{y}'.format(y=measure), fontdict={'fontsize': 16}, pad=12.5)
    self.ax.set_axis_off()

    self.ax.get_legend().set_bbox_to_anchor((0.0, 1))

    img = self.ax.get_figure()

    f = io.BytesIO()
    img.savefig(f, format='png', bbox_inches='tight')
    f.seek(0)

    PIL.Image.open(f).save('slides/{x} {y}.png'.format(x=string,y=self.dates),
save_all=True)

    image_frames.append(PIL.Image.open(f))

    self.ax.plot()
    plt.show()

if __name__ == '__main__':

    root = Tk()
    Main_Window = main_window(root)
    root.mainloop()

```

ДОДАТОК 3

Програмні засоби інтелектуально-статистичної обробки гідроакустичних
сигналів

Опис програми

УКР.НТУУ"КПІ ім. Ігоря Сікорського"_ТЕФ_АПЕПС_ТМ62213_20Б 13-1

Аркушів 7

Київ – 2020

АНОТАЦІЯ

Система надає можливість користувачу підкріплювати проведені розрахунки візуально-статистичними даними, тобто за допомогою інтерактивної карти регіонів. В програмному забезпеченні реалізовано графічний інтерфейс для максимального комфорту користувача. Використовуючи систему, користувач може вибрати певний критерій та рік, у якому були зібрані дані. Після обробки відкривається нове графічне вікно програми, у якому візуально продемонстрований стан перебігу засобами інтерактивної карти.

Застосунок створено за допомогою середовища розробки PyCharm 2018 або Spyder 4.0 з використанням мови програмування Python для запуску головного програми.

ЗМІСТ

1. Загальні відомості	57
2. Функціональне призначення	58
3. Опис логічної структури.....	59
4. Використовувані технічні засоби.....	60
5. Вхідні і вихідні дані	61

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Створений програмний продукт складається з головного керуючого вікна розробленого засобами мови програмування Python3.

Вікно управління системою запускається в головному процесі. Кожне нове вікно з інтерактивною картою виконується в окремому процесі, який завершається та самоліквідується згодом, після закриття даного вікна.

Інформаційна система дає змогу здійснювати інтелектуальне опрацювання даних, та демонструвати їх у виді інтерактивної карти.

ФУНКЦІОНАЛЬНЕ ПРИЗНАЧЕННЯ

Створене програмне забезпечення дає змогу опрацьовувати зібрані дані способом їх відображення в картографічному виді, оскільки завдяки інтерактивній карті значно простіше аналізувати перебіг ситуації в даному регіоні.

ОПИС ЛОГІЧНОЇ СТРУКТУРИ

Розроблена система складається з декількох компонентів:

- Головне вікно, що виконується в головному процесі при відкритті програми;
- Вікна візуалізації інтерактивної карти, що виконуються в другорядних процесах, процеси створюються при відкритті нового вікна та самоліквідуються після його закриття.

Взаємодія вказаних компонентів дає змогу коректного перебігу програми.

ВИКОРИСТОВУВАНІ ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ

Для використання програмного забезпечення достатньо комп'ютера з встановленим програмним середовищем та інтерпретатором мови Python3.

ВХІДНІ І ВИХІДНІ ДАНІ

Для вхідних даних чудово підходять файли у вигляді csv-таблиць, з заповненою таблицею регіонів (для коректної роботи з картографічним матеріалом)

Вихідні дані являють собою інтерактивну карту з графічним відображенням ситуації в регіонах.